

RANCANG BANGUN BECAK LISTRIK TENAGA HYBRID DENGAN MENGUNAKAN KONTROL PI-FUZZY

(SUBJUDUL: HARDWARE)

*Andri Wicaksono¹, Ainur Rofiq Nansur, ST, MT.², Endro Wahjono, S.ST, MT.³
Mahasiswa Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia¹
Dosen pembimbing 1, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²
Dosen pembimbing 2, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telp (+62) 031-59447280 .Fax (+62) 031-5946114
e-mail:andrie.sby@gmail.com*

Abstrak

Keberadaan kendaraan becak saat ini mulai berkurang seiring dengan kemajuan teknologi di bidang transportasi. Hal ini sangat disayangkan karena becak merupakan alat transportasi tradisional yang nyaman digunakan terutama untuk jarak dekat, selain itu becak merupakan alat transportasi yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan asap kendaraan yang menimbulkan polusi udara.

Untuk tetap menjaga keberadaan becak, penulis akan merancang becak listrik yang bertenaga hybrid sebagai sumber tenaganya. Dengan memanfaatkan solar sell, cahaya matahari diubah menjadi energy listrik. Keluaran energi listrik dari solar sell diinputkan ke rangkaian boost converter, output dari boost converter kemudian digunakan untuk mencharger akumulator untuk mensuplai motor dc. Selain itu dapat menggunakan sumber dari PLN secara langsung untuk mencharger akumulator. Kecepatan putaran motor diatur menggunakan kontrol PI-Fuzzy. Dengan terciptanya becak listrik tenaga hybrid ini diharapkan dapat menjaga keberadaan becak sebagai alat transportasi.

Kata kunci : *Tenaga Hybrid, motor DC, PWM, Duty Cycle, Boost converter, Solar Cell, Accumulator.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, dunia teknologi semakin meningkat, seiring dengan perkembangan teknologi, maka alat transportasi di Indonesia juga semakin berkembang. Becak adalah suatu alat transportasi tradisional yang ada di masyarakat, khususnya di pulau jawa. Saat ini keberadaan becak sudah mulai hilang seiring perkembangan teknologi

transportasi. Becak dinilai sangat lamban sehingga sering menyebabkan kemacetan di jalan raya. Hal ini sangat disayangkan karena apabila dilihat dari segi kenyamanan becak dinilai cukup nyaman terutama untuk jarak dekat.

2. Proyek akhir ini, mendesain becak listrik dengan mengusung teknologi kendaraan listrik. Sebagai bentuk aplikasi dari efisiensi energi, maka becak listrik ini memanfaatkan

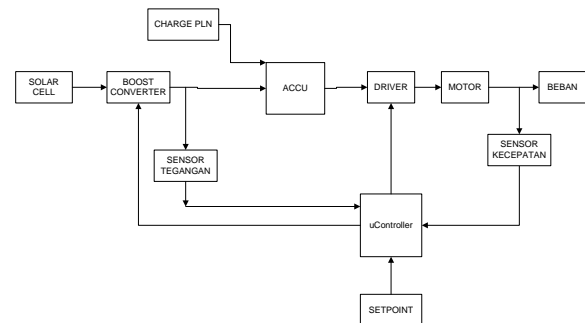
sumber tenaga *hybrid* yaitu dengan menggunakan sel surya untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik, selain itu juga menggunakan sumber tenaga dari PLN pada saat becak dalam keadaan berhenti (*standby*).

3. Sel surya menghasilkan tegangan output dengan nilai yang berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya. Sel surya akan menghasilkan tegangan maksimum saat intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel surya maksimal serta kemampuan mengalirkan arus akan turun seiring turunnya intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel surya. Perubahan nilai tegangan ini akan menghambat sistem pengisian baterai apabila sel surya langsung dihubungkan dengan baterai. Pada saat tegangan output sel surya turun, maka pengisian tidak dapat berlangsung. Begitu juga dengan generator.
4. Dengan permasalahan diatas, dibutuhkan suatu rangkaian dan kontrol yang mampu menghasilkan tegangan output yang stabil dengan input dari sel surya yang berubah-ubah. Kontrol *duty cycle* PWM pada *converter boost* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengaturan tegangan.
5. Sebagai penggerak roda belakang pada becak, menggunakan motor DC seri karena selain mempunyai torsi yang besar, proses pengaturan arah putaran dan kecepatan motor DC jenis ini sangat mudah dilakukan. Dan untuk meakukan pengontrolan putaran kecepatan motor sesuai yang di inginkan, maka akan dilakukan pengaturan *duty cycle* PWM pada *converter buckboost*. Hal ini

dilakukan agar kecepatan yang di inginkan akan sesuai dengan nilai kecepatan yang sudah di inginkan. Dengan adanya becak listrik ini, diharapkan para pengguna becak tetap dapat menikmati kenyamanan becak serta dapat meningkatkan teknologi alat transportasi di Indonesia.

6. KONFIGURASI SISTEM

Secara umum konfigurasi dari sistem yang dibuat terdiri dari 2 sumber untuk melakukan *charging*, *boost converter*, *buckboost converter*, *accumulator*, *driver*, sensor tegangan, mikrokontroller. Pada sensor tegangan yang digunakan adalah pembagi tegangan, sensor diberikan untuk mengkonversi tegangan kelaran *boost converter* yang diatas 5 volt dan akan diturunkan menjadi 5 volt yang dibaca pada mikrokontroler

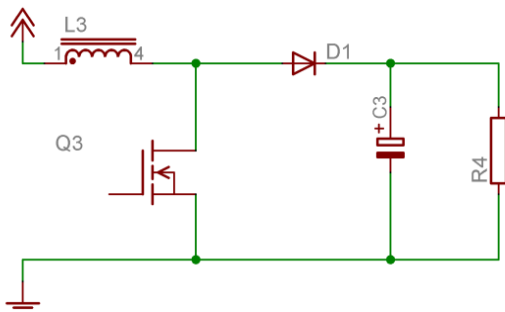


Gambar 2.1 Blok diagram sistem

2.1 Perencanaan dan Pembuatan Boost Konverter.

Sensor tegangan dapat dibangun dengan beberapa cara, diantaranya adalah pembagi tegangan dengan resistor. Pemakaian pembagi tegangan dengan resistor dikarenakan tegangan yang diukur adalah tegangan DC dan tegangan

yang diukur adalah maximum 28V sedangkan tegangan yang diperbolehkan masuk ke dalam ADC adalah 5 volt, maka apabila tegangan yg diukur adalah 28 volt, tegangan yang masuk ke dalam *microcontroller* ADC



Gambar 2.2 Rangkaian Boost konverter

$$\begin{aligned}
 V_{outBoost} &= 26V \\
 V_{inBoost} &= 10 - 20V \text{olt} \\
 \Delta iL &= 20\% \times iL \\
 \Delta V_o &= 0,5\% \times V_o \\
 \Delta V_o &= \frac{0,5}{100} \times 28 = 0,14V \text{olt} \\
 L &= \frac{1}{f} \times (V_o - V_{in}) \times \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} \right) \times \frac{1}{\Delta iL} \\
 R &= \frac{V_{out}}{I_{out}} = \frac{28}{3} \\
 &= 9,33\text{ohm}
 \end{aligned}$$

Mencari duty cycle

$$\begin{aligned}
 V_o &= \frac{V_{in}}{1 - D} \\
 28 &= \frac{18}{1 - D} \\
 28 - 28D &= 18 \\
 D &= 0,35 \\
 \Delta iL &= 20\% \times iL \\
 \Delta iL &= \frac{20}{100} \times 4,566 \\
 &= 0,913A \\
 iL &= \frac{V_d}{(1 - D)^2 \times R} \\
 iL &= \frac{18}{(1 - 0,35)^2 \times 9,33}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 iL &= 4,566 \\
 L &= \frac{1}{f} \times (V_o - V_{in}) \times \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} \right) \times \frac{1}{\Delta iL} \\
 L &= \frac{1}{25k} \times 10 \times \frac{18}{28} \times \frac{1}{0,913} \\
 &= 0,2816mH = 281,6\mu H \\
 C &= \frac{D \times V_o}{R \times \Delta V_o \times f} \\
 &= \frac{0,35 \times 28}{9,33 \times 0,14 \times 25k} \\
 &= 0,300 \times 10^3 = 300\mu F
 \end{aligned}$$

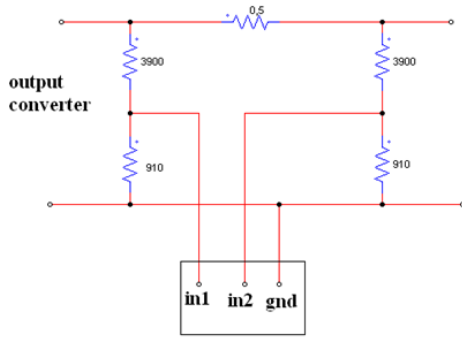
2.2 Perencanaan dan Pembuatan Sensor Tegangan.

Sensor tegangan dapat dibangun dengan beberapa cara, diantaranya adalah pembagi tegangan dengan resistor. Pemakaian pembagi tegangan dengan resistor dikarenakan tegangan yang diukur adalah tegangan DC dan tegangan yang diukur adalah maximum 28V sedangkan tegangan yang diperbolehkan masuk ke dalam ADC adalah 5 volt, maka apabila tegangan yg diukur adalah 28 volt, tegangan yang masuk ke dalam *microcontroller* ADC adalah :

V max *converter* = 28volt (output dari konverter)

V max ADC = 5volt

$$\begin{aligned}
 R1 &= \frac{5}{28} (R1 + 3900) \\
 28R1 &= 5R1 + 19500 \\
 23R1 &= 19500 \\
 R1 &= \frac{19500}{23} \\
 R1 &= 847,82\text{ohm}
 \end{aligned}$$



Gambar 2.3 Rangkaian Pembagi tegangan

3.3 Pengujian Keseluruhan sistem

Tujuan dari pengujian sistem secara keseluruhan ini adalah untuk mengetahui bahwa sistem yang telah terintegrasi antara software dan hardware sudah bisa berjalan secara baik dan benar.

Untuk pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan rangkaian *hardware* (rangkaiannya boost konverter, buckboost konverter, dan pembagi tegangan)

Tabel 3.2 Hasil Hasil pengukuran tegangan panel surya

No.	Waktu pengambilan	V short
1	08.00	17.52
2	08.30	17.99
3	09.00	17.83
4	09.30	17.02
5	10.00	18.03
6	10.30	18
7	11.00	18.50
8	11.30	18.73
9	12.00	18.23
10	12.30	18.7
11	13.00	18.4
12	13.30	18.85
13	14.00	18.63
14	14.30	18.2
15	15.00	17.58
16	15.30	16.27

17	16.00	16.55
18	16.20	16.75
19	17.40	17.3
20	17.00	16.3

Dari pengujian panel surya diketahui bahwa tegangan keluaran Vopen pada saat cuaca berawan menghasilkan nilai yang bervariasi. Kondisi yang menjadikan tegangan keluaran tersebut maksimal adalah terjadi ketika keadaan cuaca terik. Untuk tegangan Vshort akan mengalami kenaikan seiring posisi dari datangnya sinar matahari ke panel surya. Sehingga Vshort mengalami kenaikan tegangan mulai dari 17.52 Volt pada pukul 07.00 hingga 20 Volt pada pukul 13.15. Lalu turun hingga 17 Volt pada pukul 11.30.

Tabel 3.3 Hasil Pengukuran Boost Solar Cell

Waktu pengambilan	Duty cycle (%)	V in (V)	V out teori (V)	V out Praktek (V)	% Error (%)
08.00	32%	17.52	25.76	26	0.93%
08.30	31%	17.99	26,07	26	0.268%
09.00	31%	17.83	26,22	26	0.839%
09.30	35%	17.02	26.18	27	0.687%
10.00	33%	18.03	26.91	27	0.334%
10.30	30%	18	27,14	27	0.5%
11.00	31%	18.50	26.81	27	0.703%
11.30	31%	18.73	27,14	27	0.5%
12.00	35%	18.23	28,046	28	0.164%
12.30	33%	18.7	27.91	28	0.32%
13.00	34%	18.4	28,87	28	0.466%
13.30	33%	18.85	28,13	28	0.462%
14.00	33%	18.63	27.805	28	0.701%
14.30	29%	19.18	17.78	27	0.037%
15.00	30%	17.58	27,14	27	0.5%
15.30	38%	16.27	26,24	26	0.915%
16.00	33%	17.45	26.044	26	0.16%
16.20	36%	16.75	26.17	26	0.636%
17.40	34%	17.3	26.212	26	0.808%
17.00	38%	16.3	26.29	26	1.103%

7. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pengamatan dan analisa terhadap sistem yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan table 4.2 hasil pengukuran *boost converter* pada solar cell, dengan input 17 Volt dan *duty cycle* 35% dapat menaikkan tegangan sebesar 26 volt. Dan aki bisa dicharging, karena nilai tegangan input melebihi tegangan yang ingin dicharging.
2. Dengan kondisi accu 24 volt 36 Ah terisi penuh, becak listrik dapat dilakukan pengaturan kecepatan sesuai yang ditargetkan

DAFTAR PUSTAKA

1. Mukund R. Patel, *Wind and Solar Power Sistem*, CRC press, US Merchant Academy Kings Point, New York, 1999.
2. Andrzej M. Trzynadlowski, *Introduction to Modern Power Electronics*, a willey & sons, Inc, University of Nevada, USA, 1998.
3. www.wilkypedia.com/solar-battery-charger
4. Dr. Zainal Salam, 2003, *Power Electronic and drives (chapter 3-2003)*, UTM,TB, 2003.